

ПРИЛОЖЕНИЯ

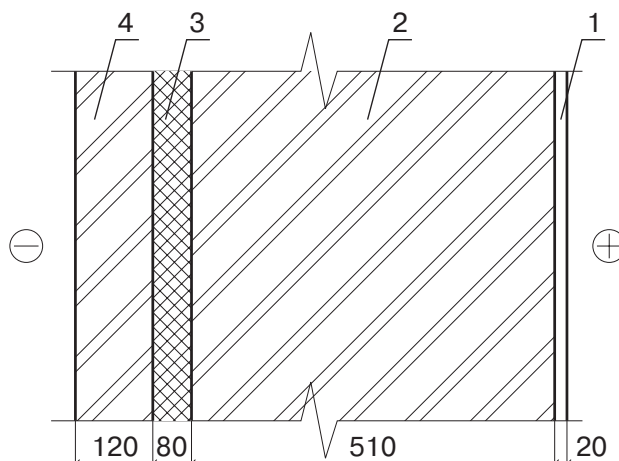
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ СТЕНЫ

Административное здание в г. Москве.

Усиление теплозащиты выполнено с применением минераловатных плит «ТЕХНО БЛОК».

Принятая конструкция стены дана на расчетной схеме.

Расчетная схема стены.



1 – цементно-известковая штукатурка, $\lambda_1 = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$;

2; 4 – кирпичная кладка, $\lambda_2 = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$;

3 – плита минераловатная «ТЕХНО БЛОК», $B = 0,044 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче стены является функцией числа градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht}$$

где: t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура, °С и продолжительность, сут. периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Для г. Москвы $D_d = 4600$ и $R_{req} = 2,58 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

$$K_{req}^{сущ} = \frac{1}{\alpha_B} + R_{01} + R_{02} + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Требуется усиление теплозащитной способности стены на:

$$\Delta R = R_{req} + R_{req}^{сущ} = 2,58 - 0,81 = 1,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

а за вычетом R облицовочного слоя из кирпича, равного $0,148 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, получаем

$$\Delta R = 1,77 - 0,148 = 1,622 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

| | | | | | | |
|-------------------|----------|------|--------|---------|------|------|
| ЗАО «ТехноНИКОЛЬ» | | | | | | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | |

Толщина слоя дополнительной теплоизоляции при $\lambda_b = 0,044 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ и коэффициенте теплотехнической однородности $r = 0,92$ составит:

$$\delta = \Delta R \cdot \frac{\lambda}{r} = 1,622 \cdot \frac{0,044}{r} = 0,079 \text{ м}$$

Принимаем слой изоляции равным 80 мм, тогда фактическое сопротивление теплопередаче составит:

$$R_{\text{req}} = R_{\text{req}} + (R_3 \cdot r) + R_4 = 0,81 + \left(\frac{0,08}{0,044} \cdot 0,92 \right) + \frac{0,12}{0,81} = 2,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

| | | | | | | | |
|------|----------|------|--------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | | ЗАО "ТехноНИКОЛЬ" | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | |

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПАРОЗАЩИТЫ СТЕНЫ (Наружная стена)

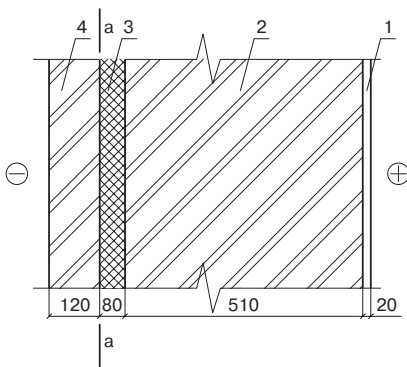
1. Цель расчета – определение необходимости устройства специальной парозащиты в многослойной стене.

Расчет выполнен по СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

2. Исходные данные – административное здание в г. Москва

$t_{вн} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_{вн} = 50 \%$; $R_{req} = 2,63 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (см. расчет теплозащиты стены).

3. Конструкция стены:



1 – цементно-известковая штукатурка,

$\lambda = 0,87 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$;

$\mu = 0,098 \text{ мг}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$

2; 4 – кирпичная кладка,

$\lambda = 0,81 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$;

$\mu = 0,11 \text{ мг}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$

3 – плита минераловатная
«ТЕХНО БЛОК»

$\lambda_{б} = 0,044 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$;

$\mu = 0,35 \text{ мг}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$

а – а – плоскость возможной конденсации

Сопrotивление теплопередаче внутренних слоев составит:

$$R_{req \text{ вн.слоев}} = \frac{0.08}{0.044} \cdot 0.92 + \frac{0.51}{0.81} + \frac{0.02}{0.87} + 0.115 = 2.44 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

4. Требуемое сопротивление паропроницанию слоев стены до плоскости возможной конденсации должно быть не менее его значения:

по формуле: $R_{req} = (e_{в} - E) \cdot \frac{R_{п.н.}}{(E - e_{н})}$ или

по формуле: $R_{req} = \frac{0,0024 \cdot Zht \cdot (e_{в} - E_{о})}{(\lambda_{w} \cdot \delta_{w} \cdot \Delta\omega_{cp} + \eta)}$

5. Проверка возможности влагонакопления за годовой период.

Значения среднемесячных температур наружного воздуха для Москвы по СНиП 232-01-99 «Строительная климатология» приведены в таблице, Z_o по тому же СНиПу (стр. 8) и средней упругости водяных паров наружного воздуха по СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика», т.к. в новом СНиПе эти данные отсутствуют.

| Месяц | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------------|--------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----|-------|-------|
| $T_{н}, \text{ }^\circ\text{C}$ | - 10,2 | - 9,2 | - 4,3 | 4,4 | 11,9 | 16,0 | 18,1 | 16,3 | 10,7 | 4,3 | - 1,9 | - 7,3 |
| $e_{н}, \text{ гПа}$ | 2,8 | 2,9 | 3,7 | 6 | 8,9 | 12,4 | 14,7 | 14,2 | 10,4 | 6,9 | 4,8 | 3,6 |

$Z_0 = 145$ сут

Сезонные и среднемесячные температуры:

$Z_1 = 3$ мес.; $t_{н1} = - 8,9$ °С;

$Z_2 = 4$ мес.; $t_{н2} = + 0,625$ °С;

$Z_3 = 5$ мес.; $t_{н3} = + 14,6$ °С.

Температура в плоскости возможной конденсации, соответствующая среднемесячным температурам, определяется по формуле:

$$\tau_B = t_B - (t_B - T_H) \cdot \frac{R_{0B}}{R_{req}}$$

$$\tau_1 = 18 - (18 + 8.9) \cdot \frac{2.44}{2.63} = -7.0 \text{ °С}$$

$$\tau_2 = 18 - (18 - 0.625) \cdot \frac{2.44}{2.63} = +1.9 \text{ °С}$$

$$\tau_3 = 18 - (18 - 14.6) \cdot \frac{2.44}{2.63} = +14.8 \text{ °С}$$

соответственно $E_1 = 337$ Па; $E_2 = 701$ Па; $E_3 = 1683$ Па, тогда

$E = (337 \cdot 3 + 701 \cdot 4 + 1683 \cdot 5) / 12 = 1019$ Па

$e_B = 1032$ Па;

$e_H = 761$ Па (см. таблицу выше).

$R_{п.НАР.СЛОЯ} = 0,12/0,11 = 1,09$ м² · ч · Па/мг;

$R_{п.ВНУТ.СЛОЯ} = 0,08/0,35 + 0,51/0,11 + 0,02/0,098 = 5,06$ м² · ч · Па/мг.

По формуле

$R_{п1} = (1032 - 1019) \cdot 1,09 / (1019 - 761) = 0,054 < 5,06$ м² · ч · Па/мг.

то есть по этому условию устройство парозащиты не требуется.

6. Проверка возможности влагонакопления за период с отрицательными среднемесячными температурами.

7. Средняя упругость водяного пара наружного воздуха за период Z_0 (см. таблицу выше).

$e_{но} = 356$ Па.

Средняя температура наружного воздуха за тот же период

$t_{но} = - 6.58$ °С.

По формуле:

$$\tau_0 = 18 - (18 + 6.58) \cdot \frac{2.44}{2.63} = -4.8 \text{ °С}$$

этой температуре соответствует $E_0 = 408$ Па.

По формуле:

$$\eta = 0,0024 \cdot (408 - 356) \cdot 145/1,09 = 16,6.$$

При $\lambda = 40$ кг/мЗ; $= 0,08$ м; $W_{ср} = 3$ %, находим:

$R_{п2} = 0,0024 \cdot 145 \cdot (1032 - 408) / (140 \cdot 0,08 \cdot 3 + 16,6) = 4,32 < 5,06$ м² · ч · Па/мг.

Таким образом, по этому условию накопления влаги в конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха не будет.

| | | | | | | | |
|------|----------|------|--------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | | ЗАО "ТехноНИКОЛЬ" | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | |

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕПЛОУСВОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛА по СНиП 23-02-2003

Исходные данные: пол подвала жилого дома.

Конструкция пола:

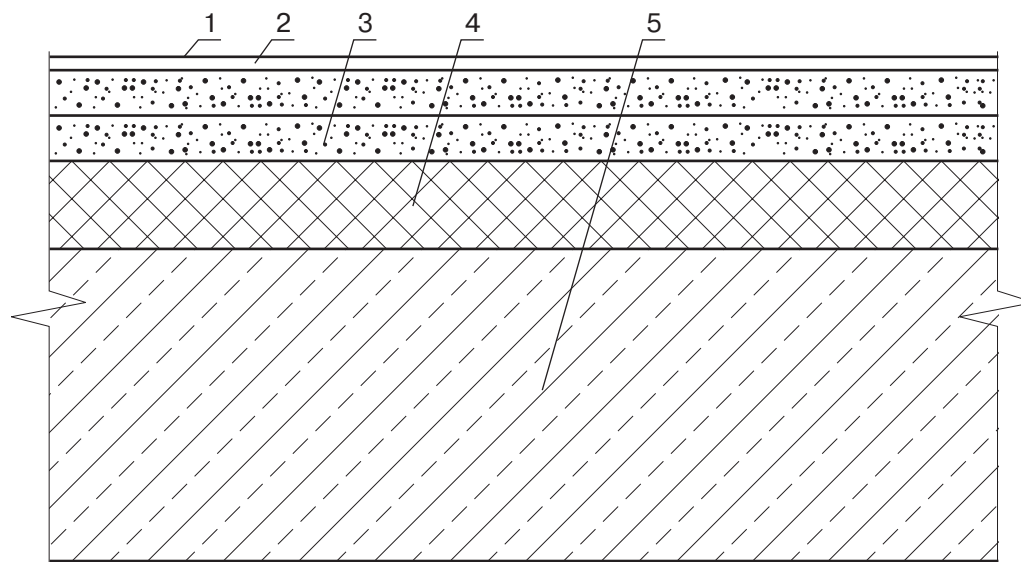


Таблица физико-технических характеристик составляющих пола

| № п/п | Материал | Толщина слоя, м | Плотность материала в сухом состоянии, ρ , кг/м ³ | Коэффициенты при условии эксплуатации А | | Теплотермическое сопротивление, R, м ² °С/Вт |
|-------|---|-----------------|---|---|---|---|
| | | | | теплопроводность, λ , Вт/м°С | теплоусвоения, s , Вт/м ² °С | |
| 1 | Линолеум | 0,003 | 1600 | 0,33 | 7,52 | 0,009 |
| 2 | Мастика водостойкая | 0,001 | 1000 | 0,18 | 4,56 | 0,0055 |
| 3 | Сборная стяжка из гипсоволокнистых листов | 0,02 | 1150 | 0,3 | 6,00 | 0,066 |
| 4 | Теплоизоляция из плит минераловатных плит | 0,044 | 160 | 0,043 | 0,64 | 0,93 |
| 5 | Железобетонное перекрытие | 0,14 | 2500 | 1,92 | 17,98 | 0,073 |

Тепловую инерцию каждого слоя определяем по формуле:

$$D_1 = R_1 \cdot S_1 = 0,009 \cdot 7,52 = 0,068;$$

$$D_2 = R_2 \cdot S_2 = 0,0055 \cdot 4,56 = 0,025;$$

$$D_3 = R_3 \cdot S_3 = 0,066 \cdot 6,00 = 0,396;$$

$$D_5 = R_5 \cdot S_5 = 0,073 \cdot 17,98 = 1,31.$$

Т.к. суммарная тепловая инерция первых трех слоев $D_1 + D_2 + D_3 = 0,068 + 0,025 + 0,396 = 0,489 < 0,5$, а суммарная тепловая инерция трех плюс пятый слой $D_1 + D_2 + D_3 + D_5 = 0,489 + 1,31 = 1,799 > 0,5$. Следовательно показатель теплоусвоения пола Υ_p следует определять последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с третьего слоя:

| | | | | | | |
|-------------------|----------|------|--------|---------|------|------|
| ЗАО "ТехноНИКОЛЬ" | | | | | | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | |

$$Y_3 = \frac{2 \cdot R_3 \cdot S_3^2 + S_5}{0.5 + R_3 \cdot S_5} = \frac{2 \cdot 0.066 \cdot 6.00^2 + 17.98}{0.5 + 0.066 \cdot 17.98} = \frac{20.35}{1.68} = 12.1$$

$$Y_2 = \frac{4 \cdot R_2 \cdot S_2^2 + Y_3}{1 + R_2 \cdot Y_3} = \frac{4 \cdot 0.0055 \cdot 4.56^2 + 12.1}{1 + 0.0055 \cdot 11.1} = \frac{12.56}{1.06} = 11.8$$

$$Y_1 = Y_N = \frac{4 \cdot R_1 \cdot S_1^2 + Y_2}{1 + R_1 \cdot Y_2} = \frac{4 \cdot 0.009 \cdot 7.52^2 + 11.8}{1 + 0.009 \cdot 11.8} = \frac{13.83}{1.10} = 12.8 > 12$$

что не удовлетворяет требованиям СНиП предъявляемым к теплоусвоению поверхности пола в жилых, больничных и других подобных зданиях (1 группа зданий и помещений). Поэтому вводим в конструкцию пола дополнительный слой из минераловатной плиты:

$$Y_1 = \frac{2 \cdot 0.066 \cdot 6.00^2 + 0.64}{0.5 + 0.066 \cdot 0.64} = \frac{5.39}{0.54} = 9.98$$

$$Y_2 = \frac{4 \cdot 0.0055 \cdot 4.56^2 + 9.98}{1 + 0.0055 \cdot 9.98} = \frac{10.04}{1.05} = 9.9$$

$$Y_1 = Y_N = \frac{4 \cdot 0.009 \cdot 7.52^2 + 9.9}{1 + 0.009 \cdot 9.9} = \frac{11.9}{1.09} = 10.9 < 12$$

Таким образом, выбранная конструкция отвечает требованиям СНиП 23-02-2003 для зданий и помещений всех трех групп.

| | | | | | | | |
|------|----------|------|--------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | | ЗАО "ТехноНИКОЛЬ" | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | |

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА МЕЖДУЭТАЖНЫМ ПЕРЕКРЫТИЕМ ЖИЛОГО ДОМА. ПЕРЕКРЫТИЕ СОСТОИТ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ = 2400 кг/м³ ТОЛЩИНОЙ 14 СМ, ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ МИНЕРАЛОВАТНОЙ ПЛИТЫ = 110 кг/м³ ТОЛЩИНОЙ 4,0 СМ, СБОРНОЙ СТЯЖКИ ИЗ ГИПСОВОЛОКНИСТЫХ ЛИСТОВ (ГВЛ) ПЛОТНОСТЬЮ 1150 кг/м³ ТОЛЩИНОЙ 2,0 СМ.

1. Поверхностная плотность элементов перекрытия:

$$m_1 = 2400 \cdot 0,14 = 336 \text{ кг/м}^2$$

$$m_2 = 110,0 \cdot 0,04 + 1150 \cdot 0,02 = 4,4 + 23 = 27,4 \text{ кг/м}^2$$

2. Вычисляем величину R_{W0} для несущей плиты перекрытия при

$$m_1 = 336 \text{ кг/м}^2 > 200 \text{ кг/м}^2$$

$$R_{W0} = 23 \lg m_э - 10 \text{ дБ} = 23 \lg 336 - 10 \text{ дБ} = 58 - 10 = 48 \text{ дБ}$$

3. Для минплиты «ТЕХНО ФЛОР+» и нагрузке на пол в жилом доме 2 кПа:

$$E_d = 1,1 \cdot 105 \text{ кг/м}^2 \text{ и } d = 0,02$$

4. Вычисляем:

$$h_э = h_о \cdot (1 - \epsilon_d) = 0,04 \cdot (1 - 0,02) = 0,039 \text{ м}$$

5. Определяем частоту резонанса конструкции:

$$f_{pn} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^5 \cdot (336 + 27,4)}{0,039 \cdot 336 \cdot 27,4}} = 0,5 \cdot 3,34 \cdot 10^2 = 167 \text{ Гц}$$

6. По таблице 15 СП к СНиП 23-03-2003 находим R_W = 52 дБ (по интерполяции).

7. В соответствии с таблицей 6 СНиП 23-03-2003 данная конструкция перекрытия с покрытием пола из линолеума удовлетворяет нормативным требованиям в домах жилых зданий категории «Б» и «В».

| | | | | | | | |
|------|----------|------|--------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | | ЗАО "ТехноНИКОЛЬ" | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | |

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДЕКСА ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА МЕЖДУЭТАЖНЫМ ПЕРЕКРЫТИЕМ ЖИЛОГО ДОМА. ПЕРЕКРЫТИЕ СОСТОИТ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ 2500 кг/м³ ТОЛЩИНОЙ 10 СМ, ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ МИНЕРАЛОВАТНЫХ ПЛИТ «ТЕХНО ЛАЙТ» ТОЛЩИНОЙ 5,0 СМ И ДОЩАТОГО ПОЛА ТОЛЩИНОЙ 4,0 СМ НА ЛАГАХ ТОЛЩИНОЙ 5,0 СМ И ШИРИНОЙ 10,0 СМ, УЛОЖЕННЫХ С ШАГОМ 50 СМ.

1. Поверхностная плотность элементов перекрытия:

$$m_1 = 2500 \cdot 0,1 = 250 \text{ кг/м}^2$$

$$m_2 = 600 \cdot 0,04 \text{ (доски)} + 600 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot 2 \text{ (лага)} = 24 + 6 = 30 \text{ кг/м}^2$$

2. Вычисляем величину R_{W0} для несущей плиты перекрытия при

$$m_1 = 250 \text{ кг/м}^2 > 200 \text{ кг/м}^2$$

$$R_{W0} = 23 \lg m_1 - 10 \text{ дБ} = 23 \lg 250 - 10 \text{ дБ} = 45 \text{ дБ}$$

3. Для минплиты = 40 кг/м³ и нагрузке на пол в жилом доме 200 кг/м² (2000 Па)

$$E_d = 1,4 \cdot 10^5 \text{ кг/м}^2 \text{ и } d = 0,22$$

4. Вычисляем:

$$h_s = h_o \cdot (1 - \varepsilon_d) = 0,05 \cdot (1 - 0,22) = 0,039 \text{ м}$$

5. Определяем частоту резонанса конструкции:

$$f_{pn} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{1,4 \cdot 10^5 \cdot (250 + 30)}{0,039 \cdot 250 \cdot 30}} = 0,5 \cdot 3,66 \cdot 10^2 = 183 \text{ Гц}$$

6. По таблице 15 СП к СНиП 23-03-2003 находим R_W = 51 дБ (по интерполяции).

7. В соответствии с таблицей 6 СНиП 23-03-2003 данная конструкция перекрытия с дощатым покрытием пола удовлетворяет нормативным требованиям в домах категории «В».

| | | | | | | | |
|------|----------|------|--------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | | ЗАО "ТехноНИКОЛЬ" | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | |

ЖИЛОГО ДОМА. ПЕРЕКРЫТИЕ СОСТОИТ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ = 2400 кг/м³ ТОЛЩИНОЙ 14 СМ, ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ МИНЕРАЛОВАТНОЙ ПЛИТЫ «ТЕХНО ФЛОР СТАНДАРТ» ТОЛЩИНОЙ 4,0 СМ, СБОРНОЙ СТЯЖКИ ИЗ ГИПСОВОЛОКНИСТЫХ ЛИСТОВ (ГВЛ) ПЛОТНОСТЬЮ 1150 кг/м³ ТОЛЩИНОЙ 2,0 СМ И ПАРКЕТНОГО ПОЛА ТОЛЩИНОЙ 1,8 СМ.

1. Поверхностная плотность элементов перекрытия:

$$m_1 = 2400 \cdot 0,14 = 336 \text{ кг/м}^2$$

$$m_2 = 700 \cdot 0,018 + 1150 \cdot 0,02 = 12,6 + 23,0 = 35,6 \text{ кг/м}^2$$

По таблице 18 СП к СНиП 23-03-2003 при нагрузке на звукоизоляционный слой равной $200 + 35,6 = 235,6 \text{ кг/м}^2$ Индекс приведенного уровня ударного шума плиты перекрытия $L_{пwo} = 83 \text{ дБ}$;

2. Для минплиты «ТЕХНО ФЛОР СТАНДАРТ» при нагрузке на пол в жилом доме 200 кг/м^2

$$E_d = 1,1 \cdot 105 \text{ кг/м}^2 \text{ и } \varepsilon_d = 0,02$$

3. Вычисляем:

$$h_3 = h_0 (1 - \varepsilon_d) = 0,04 (1 - 0,02) = 0,039 \text{ м}$$

4. Определяем частоту резонанса конструкции:

Гц;

5. По таблице 17 СП к СНиП 23-03-2003 при значениях $L_{пwo} = 83 \text{ дБ}$ и 141 Гц находим $L_{пw} = 63 \text{ дБ}$ (по интерполяции).

6. В соответствии с таблицей 6 СНиП 23-03-2003 данная конструкция перекрытия с покрытием пола из паркета удовлетворяет только нормативным требованиям, предъявляемым к перекрытиям между комнатами в двух уровнях в домах категории «В». Следует изменить конструкцию пола, предусмотрев для устройства звукоизоляции плиты минераловатные толщиной 6 см.

7. Определяем:

$$h_3 = h_0 (1 - d) = 0,06 (1 - 0,02) = 0,059 \text{ м } 0,06 \text{ м}$$

8. Определяем частоту резонанса конструкции:

$$f_0 = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^5}{0,039 \cdot 35,6}} = 0,5 \cdot 2,81 \cdot 10^2 = 141 \text{ Гц}$$

9. По таблице 17 при значениях $L_{пwo} = 83 \text{ дБ}$ и $f_0 \cong 257 \text{ Гц}$ находим $L_{пw} = 69 \text{ дБ}$ (по интерполяции).

10. В соответствии с таблицей 6 СНиП 23-03-2003 данная конструкция перекрытия с покрытием пола из паркета удовлетворяет нормативным требованиям в домах категории «А», «Б» и «В».

| | | | | | | |
|-------------------|----------|------|--------|---------|------|------|
| ЗАО "ТехноНИКОЛЬ" | | | | | | Лист |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | |